

# Estudi de la Evolució històrica i previsions futures dels remolcadors al port de Barcelona

---

AUTOR: **DANIEL GARCIA TORRES**

DIRECTOR: JAIME FERRER FRAU

DIPLOMATURA EN NAVEGACIÓ MÀRITIMA

20012-2013(QUATRIMESTRE DE TARDOR)

# Índex

1.-Introducció.....	3
2.- L'evolució històrica dels remolcadors.....	4
2.1 Els remolcadors de Barcelona. ....	7
3.- Classificació dels diferents tipus remolcadors.....	11
3.1- Segons la seva àrea d'operació i la seva funció. ....	11
3.1.1- Remolcador de port .....	11
3.1.2-Remolcador d'altura.....	13
3.2-Segons la seva propulsió .....	14
3.2.1-Remolcador de hèlix convencional.....	15
3.2.2-Remolcador combi.....	17
3.2.3-Remolcador governat de popa (ADT) .....	17
3.2.4-Remolcadors "Z-tech" .....	18
3.2.5-Remolcadors Voith Schneider .....	19
3.2.6-Remolcadors amb unitats de propulsió azimuthal .....	22
3.2.7-Remolcadors rotors .....	23
3.2.8-Remolcadors Ship Docking Module (SDM) .....	24
4.- Principals característiques dels remolcadors. ....	25
4.1-Estabilitat .....	25
4.2-Ancores.....	26
4.3-Regala .....	26
4.4-Cobertes .....	27
4.5-Defenses.....	27
4.6.-Castell de proa.....	28
4.7.-Subdivisions estanques .....	28
4.8.-Superestructura i acomodació .....	29
5.-Equip de remolc .....	30
5.1.-El cap i el cable de remolc .....	31
5.2.-Bites, Cabrestants, Ganxos. ....	34

5.3.-Altres.....	36
6.- Maniobres .....	38
6.1.-Remolc.....	38
6.2.-Empènyer.....	39
6.3.-Abarloat.....	39
6.4.-Tir directe .....	39
6.5.-Tir indirecte .....	40
6.6.-Escorta.....	41
6.7.-Trencagels .....	41
7.- Normativa aplicable.....	42
8.-Futur dels remolcadors.....	43
9.-Conclusions.....	51
10.-Bibliografia .....	55

## 1.-Introducció

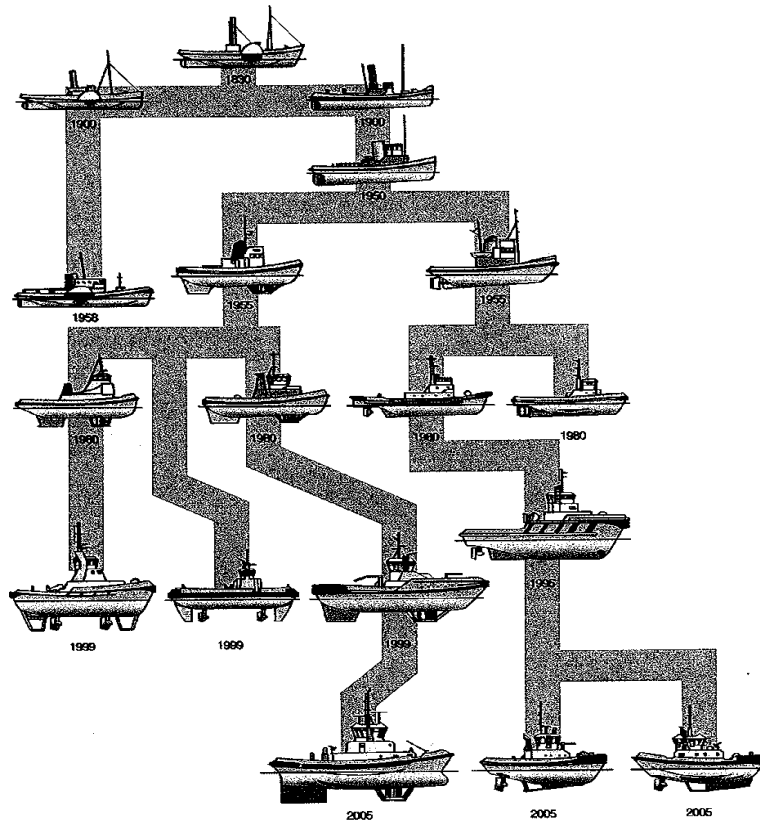
No seran els vaixells mes grans ni mes estètics del port, però si que son els mes potents amb relació a la seva mida que trobem. Son embarcacions relativament petites ja que han de poder maniobrar en espais reduïts, per poder remolcar masses molt superiors a la seva les formes dels remolcadors son compactes i estan protegides de solides defenses de cautxú, perquè sovint les característiques de la feina que desenvolupen fan entrar en contacte físic amb els vaixells remolcats.

El remolcador es un element essencial en la seguretat i el bon funcionament d'un port.

La tendència global de creixement de la flota marítima tant a nivell d'unitats com a nivell de desplaçament, juntament amb l'augment de les necessitats de transport de grans artefactes flotants com ara pontones, plataformes etc, i la assignació de tasques secundaries a part del remolc com ara salvament, o lluita contra incendis, ha dut lligat un augment i una modernització de la flota de remolcadors proporcional.

Les grans dimensions dels vaixells operats avui en dia per les grans drassanes així com l'augment progressiu del seu calat màxim lligat a la optimització dels espais i aigües portuàries i tenint en compte la quasi bé obligada condició de mantenir l'escala sota qualsevol condició meteorològica fan que l'ús de remolcadors a nivell de maniobra sigui totalment imprescindible i necessari.

He volgut realitzar aquest estudi perquè he tingut la oportunitat de realitzar les practiques de Diplomatura en el remolcador "Salvador Dalí" del port de Barcelona i viscuda aquesta experiència ma semblat oportú conèixer mes a fons aquesta feina des de els seus inicis per comprendre millor el funcionament actual i la evolució progressiva durant la historia fins arribar al punt on ens trobem actualment.



1. Evolució de diferents tipus de remolcador

També m'ha motivat la idea de realitzar aquest treball la importància que tenen aquest tipus d'embarcació dins un port de grans dimensions com és el port de Barcelona, ja que el transit que té actualment és possible en gran mesura gràcies als remolcadors

## 2.- L'evolució històrica dels remolcadors.

L'ús de remolcadors es remunta a l'època dels vaixells de vela, en els inicis, els vaixells de vela utilitzaven els seus propis bots que duïen a bord per tal de remolcar el vaixell quan no feia vent, quan havien varat, quan es trobaven proa al vent i havien de navegar en aquella direcció però sobretot per entrar i sortir de port. Així doncs els bots de rem eren els encarregats d'auxiliar aquests bucs amb dificultats de maniobra.

Aquest tipus de sistema que en un principi sembla molt rudimentari va estar en vigor durant molts anys. Poc a poc els vaixells varen anar evolucionant i amb ells ho van fer els remolcadors. A partir del segle XIX amb l'aparició de la màquina de vapor, va aparèixer el primer bot remolcador dotat amb una màquina de vapor i propulsat per dues rodes de pales situades a ambdós costats del bot.

La primera aparició d'aquest tipus de bots fou l'any 1830 en les aigües fluvials del riu Tamisis.

A partir de l'any 1900 es comencen a construir remolcadors amb hèlix que en els inicis competeixen contra la propulsió mitjançant pales. Aquests dos tipus de models propulsats ambdós per la força de la màquina de vapor es consolidaren en el mercat durant molts anys.

A partir de la 2<sup>a</sup> guerra mundial a la dècada de 1950, amb el descobriment del Motor Diesel i la producció de 8 remolcadors propulsats amb hèlix i motor Diesel (1958), desapareix la configuració de remolcador amb pales.

En aquest moment, comença una cursa de desenvolupament on es succeeixen les noves unitats propulsores descrites posteriorment. Es comencen a construir remolcadors cada vegada més potents i amb més força per garantir les noves prestacions que dia rere dia anaven sorgint.

Posteriorment a la dècada dels 60 apareixen els models Vorth Schneider que revolucionen el mercat de remolcadors amb la seva potencia i maniobrabilitat. En els següents anys es varen anar desenvolupant nous mitjans de propulsió com el sistema azimuthal Schottel. Aquest sistema va sorgir a les vores del riu Rin on una empresa especialitzada en maquinaria terrestre va traspasar la seva gran experiència de la terra al mar. El primer Remolcador equipat amb aquest tipus de propulsió va ser el "Magdalena". Posteriorment, el remolcador que operava al port de Hamburg Janus, fou el primer en portar dos equips Schottel com a mitja de propulsió.



2. Remolcador Janus

Però en el interior dels espais portuaris sovint angostos y on es requereix el màxim de versatilitat y maniobrabilitat a mitjans dels anys 80' començaren a proliferar els remolcadors Tractor, diferenciats dels ASD perquè situaven els mitjos de propulsió en el primer terç de la eslora. Es en ells on han fet una fulgurant irrupció els sistemes hèlix-timó mes avançats. Son vaixells que ofereixen mes rapida parada o inversió del sentit de la direcció, a demes de ser capaços de espitjar o tirar des de qualsevol posició del arc de 360°. Son exemples de aquet tipus de remolcador els del grup Rebarsa com el "Montalt", "Montbrio", "Catalunya", "Montfort", "Montclar".

En els últims anys s'han desenvolupat uns altres dos nous tipus de remolcador portuaris que podem definir com una combinació dels anteriors. El primer es el remolcador SDM ( Ship Docking Module). Equipat de dos hèlix-timó azimuthals situats asimètricament en la carena, son coneguts a Europa con ATT. Es van desenvolupa a Florida en el any 1997. El grup espanyol Reyser va ser la primera empresa europea en adoptar aquests remolcadors sense anar mes lluny la seva nova flota "Ramon Casas", "Salvador Dalí" i posteriorment "Willy T" a Barcelona son exemples de remolcadors amb aquet sistema del qual en parlarem posteriorment.



3. Remolcador "Salvador Dalí" al port de Barcelona

## 2.1 Els remolcadors de Barcelona.

En Espanya i més concretament a Barcelona que liderava la modernització nacional i el port de la qual havia superat problemes de creixement que van durar més de tres segles, i es trobava ara en les albors d'una segona etapa d'esplendor. El port de Barcelona havia començat a recuperar-se quan el rei Carles III obri el comerç amb ultramar a tots els ports espanyols i els vaixells catalans van començar a viatjar a Amèrica. Aquest canvi es va notar ràpidament en la millora de les seves infraestructures. El 1850, dos anys després que s'inaugurés la primera línia ferroviària d'Espanya entre les ciutats de Barcelona i Mataró, el port barceloní va posar en servei el primer remolcador de vapor d'Espanya, anomenat amb no gaire originalitat "El remolcador". Pertanyia a la companyia Vapores Remolcadores de Barcelona fundada en 1844 i que 80 anys més tard es convertiria en l'actual Rebarsa.

A mesura que el port de la ciutat comtal va créixer van anar apareixen nous remolcadors, el "Montserrat"(1865) , "Montserrat II" (1873) i "Montserrat III"(1874), ja més tard el "Cataluña", Santanyi i el Tarraconense, d'entre altres que pertanyien a la junta d'obres del port o a empreses privades com l'anteriorment esmentada.



La majoria de remolcadors de l'època, eren construïts a les drassanes properes al port de Barcelona que es van anar construint amb motiu del seu creixement.

Durant la primer meitat del segle XX els remolcadors varen modernitzar molt les seves formes. Col·locaren el pont de governament totalment a proa per poder controlar cada maniobra de l'embarcació. També se li varen instal·lar fumerals molt alts perquè les calderes funcionessin a molt alt rendiment i sobretot com una novetat molt importat se li va passar el ganxo de remolc a mitja eslora per poder gaudir de la màxima governabilitat. La flota de marina mercant va anar creixent gradualment, van aparèixer els vaixells transatlàntics i amb aquest augment la necessitat de utilitzar més d'un remolcador per maniobra. Fins ara s'havia fet amb un remolcador sol però en aquesta època sen necessitaven fins a quatre, un per aguantar a popa, un altre per aguantar proa i dos més per espitjar i atracar el vaixell al moll. Aquest fet òbviament va fer incrementar els nombre de remolcadors al port de Barcelona.

Per aquests temps es van adoptar les tècniques de treball que actualment utilitzem i una necessitat de que un remolcador pogués desenvolupar més de una feina a l' hora com el rescat de vaixells accidentats, extinció d'incendis.

Els primers remolcadors de Barcelona multi funció foren el Besos y Llobregat, dotats de dispositius d'aigua per subministrament, bombes i manegues contra incendis.



4. R. Cataluña

Els remolcadors començaren a observar que es requeria la seva assistència fora de port per el gran nombre de vaixells que quedaven a la deriva o eren abordats. De aquestes sortides de port i de l'alt rendiment que se li podia treure varen aparèixer els primer remolcadors de altura.

Durant La Primera Guerra Mundial, Espanya va quedar en un pla neutre el que va afavorir a molts sectors econòmics ja que hi havia que abastir a països aliats amb mercaderies que ells no podien fer-se'n càrrec. Aquest període va suposar una època de auge econòmic en tot el país i això va tenir repercussions favorables al port de Barcelona.

Fabriques tèxtils de Barcelona eren les productores de teixits econòmics i resistents per fer uniformes per els soldats francesos, també el sector alimentari va sortir afavorit i tant cítrics com altres vegetals eren exportats al país veí. Tanta exportació va fer que el transit marítim al port de Barcelona s'incrementés considerablement fins un punt que va ser l'època amb major tràfic de l'història fins a les hores i fes dels remolcadors una eina vital en tot aquell va i ve portuari. Un dels remolcadors destacats de aquesta època era el "Audace".

Durant el període d' entre - guerres el fenomen més a destacar va ser la substitució a motors Diesel. Ja feia temps que s'anava fent poc a poc, per l' arribada de la Segona Guerra Mundial fa acabar de esclatar aquesta revolució. Els remolcadors ja es podien considerar quasi tot multi-propòsit i la seva demanda era cada vegada major, però la necessitat de que un remolcador fes grans distàncies i tingués la suficient estabilitat per navegar grans mars va suposar un increment del cabotatge de remolcadors oceànics. Aquests, ja dotats de motors Diesel que òbviament li dotaven de una autonomia molt major, van agafar protagonisme durant aquesta època per la necessitat de anar a buscar vaixells o submarins a grans distàncies de terra o fins i tot "morts"( Vaixells sense tripulació i amb les màquines apagades).

Durant la Guerra Civil Espanyola la marineria es va posar majoritàriament del costat del Govern, tot deixant embarcacions menors i ports petits i allunyats de qualsevol punt industrial del país. Els remolcadors van passar a dur a terme missions de vigilància a prop dels ports rebels per tal de que no arribessin provisions ni sortissin presos polítics amb l' intenció de exiliar-se. Així es van posar tots els vaixells en posició de l'esforç bèl·lic, sobretot al nord a fi de que realitzessin les activitats ja esmentades. Moltes vegades inclús entraven en

batalla i per això eren equipats amb canons com podien ser el remolcador “Galicia” o “Ciriza”.

Al final de la postguerra, rere tants anys de batalles navals, bombardejos i saquejos, els port de Barcelona va quedar en un estat ruï. Tot feia pensar que s’aveïnaven temps complicats i que qualsevol esforç per reciclar vaixells seria benvingut i així es va fer. Es va crear una companya dedicada al reflatament de embarcacions, unes eren portades directament a desballestar però altres eren portades a dic sec i allí reparades per tornar a ser operatives quan abans millor. Va ser un procés ràpid i costos fins al punt que si la guerra va acabar el 1939 al 1940 ja s’havien reflatat una vuitena de embarcacions, sis remolcadors entre ells.

El 1939 esclata la Segona Guerra Mundial. Va ser la batalla més gran que ha vist la historia humana tant per la seva escala, com per la quantitat de mitjans humans i materials que s’hi esmerçaren: en ella van morir prop de 55 milions de persones.

Tota aquesta activitat militar va suposar la fabricació d’armament, vehicles aeris, terrestres a unes proporcions impensables fins a les hores. Com es natural aquest esforç de guerra propicia un us massiu dels remolcadors tant portuaris com de altura. Un bon exemple de això va ser el port de Nova York per on durant el període de guerra van passar més de 3 milions de soldats, y més de 63 milions de tones de carga general. A fi de donar suport a tot aquest tràfic marítim el port arribar a tenir 575 remolcadors operatius!

La ja més que consolidada entrada als motors Diesel, i l’aparició de les hèlix tipus Kork de les que parlarem més endavant, varen revolucionar el mon dels remolcadors i els dotaren de molta més potencia de tir lineal i com es natural els remolcadors de Barcelona no varen ser exempts de aquests canvis, va ser la companyia *Rebarsa* ja nombrada anteriorment en aquest document l’ encarregada d’ introduir els primer remolcadors a Espanya amb aquet tipus de propulsió. La nova empresa que va aconseguir la concessió del port de Barcelona per treballar amb *Rebarsa* era SAR remolcadors i aviat també va modernitzar una flota de remolcadors de un port que venia a més amb les ampliacions que es dugueren a terme durant els anys 60 i les noves

ampliacions inaugurades recientment en el moll del prat, on no es estrany veure treballar ja alguns de aquests remolcadors.

### **3.- Classificació dels diferents tipus remolcadors**

Considerem que podem dividir els remolcadors segons l'àrea on operen, segons la seva finalitat i sobretot segons el seu mitjà propulsor (ja que aquesta característica d'una manera o altre defineix el seu disseny estructural).

#### **3.1- Segons la seva àrea d'operació i la seva funció.**

Així doncs classifiquem en dos grans grups els remolcadors en funció de les seves funcions: Remolcador de port i Remolcador d'altura. Aquesta classificació, no es pas una classificació a l'atzar, sinó que trobem que jurídicament es la mes adient. Ja que a l'hora de redactar els contractes de remolc trobem dos models de contracte en funció de la zona sobre la qual es duu a terme l'operació.

##### **3.1.1- Remolcador de port.**



5. Montoriol, Montfort, Catalunya (citat de dreta a esquerra).

Es el que s'utilitza en el transit interior a les aigües portuàries. Utilitzat en la majoria dels casos per l'auxili de vaixells en les maniobres efectuades dins de port. També poden actuar en la majoria de casos com a embarcacions contra incendis i fins i tot dedicar-se a remolcar tot tipus de petites embarcacions o ajudes a la navegació. Aquest tipus de remolcadors solen ser els de menors

dimensions i menor potencia. Tot i que sovint trobem exemples com el cas dels remolcadors de Barcelona (*REBARSA* i *REYSER*) que disposa de remolcadors amb una tracció de tir a un punt fix de fins a 70 Tm.

La seva potencia pot oscil·lar entre els 400 i 3.000 CV, amb una tracció de punt fix de 6 a 70 tm, com hem dit la eslora serà inferior als demes tipus i lo mes habitual es trobar remolcadors de entre 20 i 30m de eslora així com un calat de entre 3 i 4,5m. Com sabem els remolcadors no son un tipus de vaixell que destaquí per la seva velocitat i no es normal trobar vaixells que sobrepassin els 13 nusos.

Per altra banda segons la definició de “Sasemar” els remolcadors els podem dividir en dues classes la S i la T aquells que no es fan a la mar i aquells que es poden fer a la mar respectivament.

Els segons gaudeixen de les següents característiques:

Aquest tipus de remolcador amb més potencia i més tracció de tir en un punt fix sol utilitzar-se per a auxiliar els grans vaixells en les seves maniobres de port, atracament i desatracament, com també en les seves maniobres fora del mateix, amarrament a monoboyes i plataformes, manteniment de la posició en condicions desfavorables etc. Solen ser remolcadors de dimensions mitges amb una potencia moderada i que s'utilitzen de forma molt polivalent en zones on actuen alhora com a remolcadors de port i en alguns casos com a remolcadors d'altura i/o salvament.

Els armadors solen construir vaixells del segon tipus ja que els permet més polivalència.



6. Ramón Casas

### 3.1.2-Remolcador d'altura.

Aquest tipus de remolcadors son els mes grans que trobem i els més semblants als vaixells convencionals, i s'utilitzen en la majoria dels casos per a remolcs oceànics de gran dimensions, plataformes, vaixells en perill a alta mar, podent arribar a un màxim de 200tm de tracció a un punt de tir fix. Com es lògic son els mes grans i amb més potencia.

Les característiques principals de aquest tipus de remolcador son: de 40 a 80m d'eslora, una potencia de 4.000 a 20.000 CV una tracció de punt fix de 60 a 200 tm y una velocitat de 15 a 20 nus.



7. Remolcador d'altura "Bourbon"

Dins d'aquesta classificació podem subclassificar els vaixells en funció de la tasca específica que tenen encomanda. Ja que aquesta determinarà una sèrie

de característiques específiques de que disposarà aquell remolcador en concret:

- Salvament
- Contra incendis
- Escolta
- Serveis en Canals, encluses i dics
- Terminals de productes inflamables i contaminants
- Operativa de plataformes (AHT)
- Suppliers

Actualment la majoria de remolcadors independent de la seva eslora i la seva potencia estan equipats amb equips contra incendis i contra la contaminació marítima.

Com ja sabem son embarcacions capaces de realitzar maniobres de remolc i de rescat en qualsevol punt del oceà, per solen estar assentats en punts estratègics on el transit marítim es molt gran i on el seu requeriment pot ser major com a Ciudad del Cabo, Estret de Magallanes, Mar del Nord etc.

Excepte en contades ocasions hi haurà una unió física entre remolc i vaixell remolcat, funció encomanada a estachas i cables de remolc dels quals parlarem mes endavant.

### **3.2-Segons la seva propulsió**

Una altra manera de classificar els tipus de remolcador es agrupant-los segons la seva propulsió. Així doncs trobem els següents tipus:

- Remolcador de hèlix convencional.
- Remolcador combi.
- Remolcador governat des de la popa
- Remolcadors “Z-tech”
- Remolcadors Voith Schneider
- Remolcadors amb unitats de propulsió azimuthal

- Remolcadors rotors
- Remolcadors SDM

Per altra banda, caldria destacar la distinció entre remolcadors tractors i d'impuls. Els primers disposen de la propulsió a mitja eslora o bé a la proa per tal d'oferir millors característiques a l'hora de tirar de les naus i artefactes remolcats. Els segons disposen de propulsió a popa que dona millors prestacions a l'hora d'empènyer.

### ***3.2.1-Remolcador de hèlix convencional.***

Els remolcadors de hèlix convencional representen una vasta extensió del conjunt global de remolcadors del planeta. Aquest tipus de remolcadors són aquells propulsats per una o més hèlix fixes situades a la popa de la embarcació. Fins a finals dels 50, aquest tipus de propulsió fou la més acceptada per armadors i drassanes. D'aquí que la gran majoria de remolcadors d'aquella època, per no dir tots, muntessin aquest tipus de propulsió.

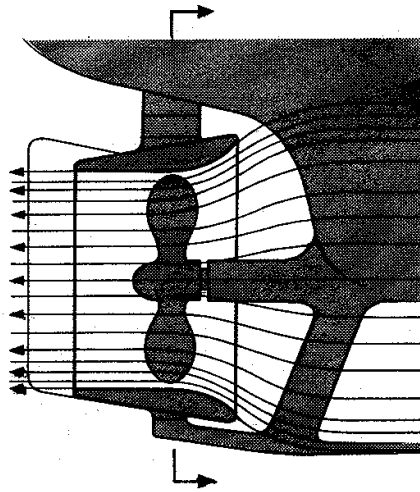
Actualment, malgrat els nous tipus de propulsió i els avantatges que aquests suposen, un gran nombre de remolcadors petits sobretot de port segueixen utilitzant aquest sistema. El que enlloc d'utilitzar un eix solen utilitzar-ne dos.

Dins dels remolcadors d'hèlix convencional també podem distingir entre els tipus d'hèlix que equipen segons si es de pas fix, de pas variable o bé amb tovera.

Les hèlix de pas fix són aquelles que mantenen la seva configuració invariable durant el pas dels anys i en la qual les pales de la hèlix es troben fixes sobre l'eix i és aquest el que gira en un sentit o un altre per tal de donar avant o enrere. Per altre costat, en les hèlix de pas variable, cada pala pot girar sobre el seu eix permetent donant-li el pas requerit. D'aquesta manera el motor sempre gira a la mateixa velocitat i amb el canvi del pas de la pala podem fer que el seu moviment quedi anul·lat o bé que faci avant o enrere. Les hèlix de pas variable són més eficaços que les hèlix de pas fix ja que ajustant la pala podem desenvolupar la màxima potència a qualsevol velocitat. Mentre que les de pas fix estan dissenyades per donar les màximes prestacions en una

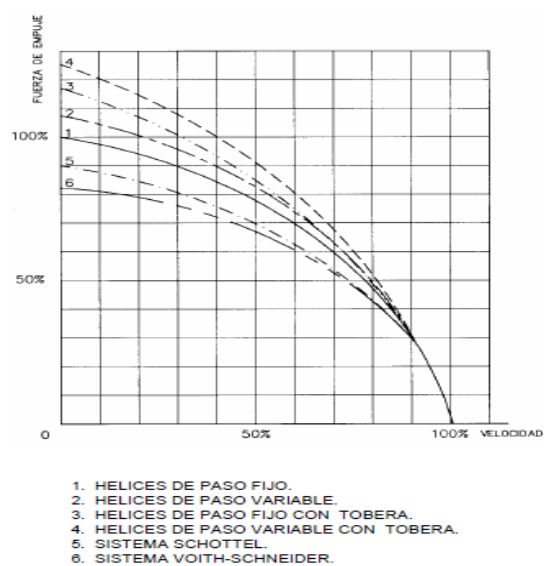


condició determinada. La incorporació de la tovera a aquets sistemes, dins de la qual gira la hèlix, millora substancialment l'eficàcia del propulsor.



8. Hèlix convencional

Seria l'efecte equivalent a augmentar el diàmetre de la hèlix. Aquest efecte es deu al fet que al canalitzar l'aigua a través de la tovera s'aconsegueix un augment de la velocitat en la secció mínima on es troba situada l'hèlix, aquesta velocitat disminueix bruscament al sobrepassar la hèlix aconseguint un augment de la pressió i d'impuls. Aquest sistema dona la màxima eficiència donant avant.



9. Gràfic de força-velocitat

### **3.2.2-Remolcador combi.**

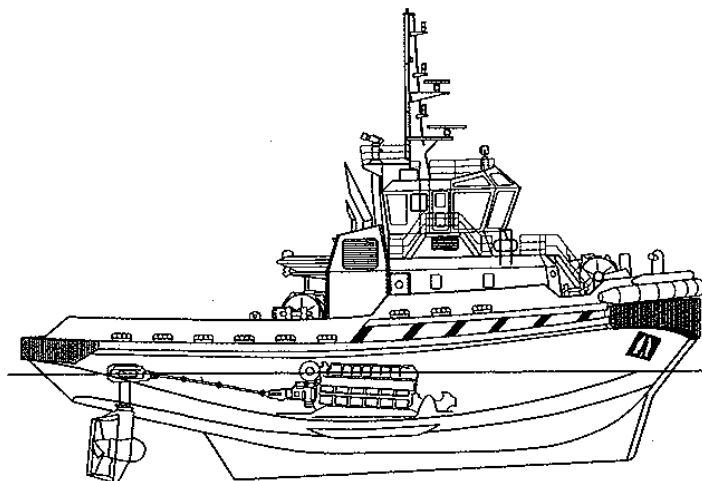
El remolcador combi, es una aposta dels armadors situats a Europa i Estats Units d'Amèrica. Aquest tipus de propulsió sol instal·lar-se en remolcadors de port i altres tipus de remolcadors utilitzats sobretot en aigües interiors.

Aquest tipus de propulsió es diferencia de l'anterior en la incorporació d'una petita hèlix azimuthal a la proa del vaixell. Aquesta hèlix azimuthal sol ser retractable i ofereix un augment considerable de la maniobrabilitat del vaixell així com un augment de l'ordre de 2 a 6 tones de tracció a un punt fix.

En la majoria de casos el remolcadors equipats amb aquest tipus de propulsió solen ser remolcadors existents del tipus convencional els quals s'adapten per a poder dur aquest tipus de propulsió per tal de millorar-los i modernitzar-los alhora. La modificació requerida en l'estructura del casc es mol minsa i permet allargar la vida útil del remolcador un cop ha quedat obsolet.

### **3.2.3-Remolcador governat de popa (ADT)**

Un tipus de remolcador molt similar en disseny respecte al convencional es aquell governat de popa, la principal diferencia entre el dos es que aquest tipus i el seu predecessor es l'equipament per part dels últims de hèlix azimuthals que roten 360° sobre el seu propi eix vertical. Aquest tipus de vaixells estan equipats sempre amb dues hèlix azimuthals situades aproximadament al mateix lloc on trobaríem les hèlix d'un vaixell d'hèlix convencional amb dues hèlix bessones. Cada una d'aquestes hèlix pot ser governada de forma individual millorant de forma abismal la maniobrabilitat del vaixell fent-lo capaç de girar 360° sobre la seva pròpia eslora.



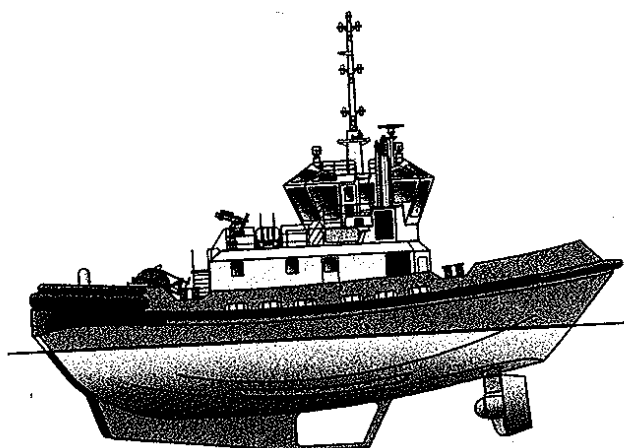
#### **10. Remolcador governat de popa**

L'alta maniobrabilitat, una alta tracció de tir a un punt fix i el moderat calat d'aquest tipus de remolcadors, han fet que es converteixin en una opció alternativa més que viable al remolcadors tractors. Aquest tipus de configuració es utilitzada principalment en remolcadors d'alta potencia utilitzats en l'assistència a maniobres d'entrada i sortida de vaixells. També s'utilitzen en operacions que requereixin una alta maniobrabilitat com ara l'escorta de grans petrolers.

Sens dubte però l'evolució de l'arquitectura naval mostra en aquest tipus de vaixell un tipus de construcció del casc perfeccionada que augmenta la navegabilitat del remolcador donant enrere (d'aquí el seu nom) i millora les seves prestacions alhora de realitzar la maniobra mitjançant tir indirecte.

#### **3.2.4-Remolcadors “Z-tech”**

Els remolcadors de tipus “Z-tech” son una nova producció de remolcadors que incorpora alhora les avantatges d'un remolcador tractor azimuthal i un de governat de popa. Aquest tipus de remolcadors han estat dissenyats per l'estudi de l'arquitecte naval Robert Allan.



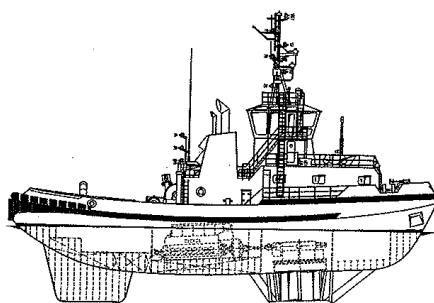
**11. Remolcador “Z-Tech”**

Aquest tipus de construcció permet l'aprofitament de totes les característiques del vaixell tan navegant de proa com de popa. Es tracta d'un casc doblement acabat, que incorpora dos propulsors azimuthals i una profunda i llarga quilla sota la proa. Això juntament amb una situació baixa de l'equip de remolc facilita enormement les operacions de remolc i tir en quasi bé qualsevol situació.

La disposició del pont a la meitat del vaixell i les seves formes característiques permeten que sigui un tipus de remolcador adequat tant com a remolcador portuari com a remolcador d'altura.

### **3.2.5-Remolcadors Voith Schneider**

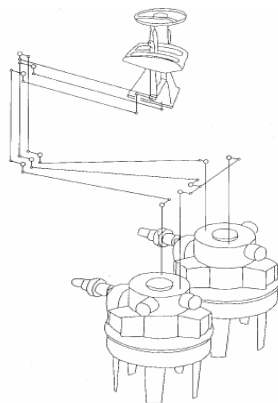
Aquest tipus de remolcadors rep aquest nom degut a l'equip propulsor característic que incorpora, aquest fou desenvolupat a finals de 1960.



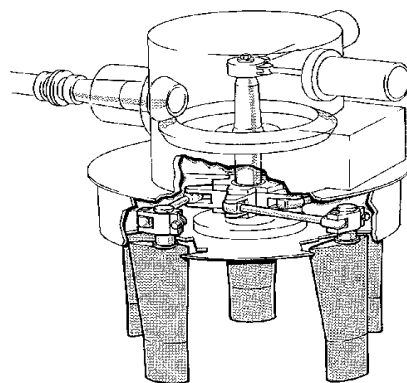
**12 Remolcador Voith Schneider**

Aquest tipus de propulsions consisteix en un rotor que gira sobre un eix vertical fix al casc aproximadament sobre el punt de gir del remolcador. Aquest sistema està compost de quatre pales o foils que pivoten sobre eixos verticals accionats per un mecanisme de control de govern que fixa l'angle d'atac de les pales així com el seu sentit de gir determinant així la posició del centre de govern. Quan el centre de govern es desplaça del centre geomètric del rotor, les pales exerceixen un moviment al voltant del seu eix creant un flux d'aigua que crea una reacció en sentit contrari.

El sistema es dissenyat de manera sincronitzada, així que les perpendiculars de la corda del perfil de cada pala coincideixen al centre de govern aconseguint d'aquesta manera que el flux d'aigua i l'impuls resultants siguin perpendiculars a la línia que uneix el centre de govern amb el geomètric del rotor. D'aquesta manera es pot aconseguir un impuls en qualsevol direcció independent en cada rotor. Es solen muntar dues unitats d'aquestes en cada vaixell.

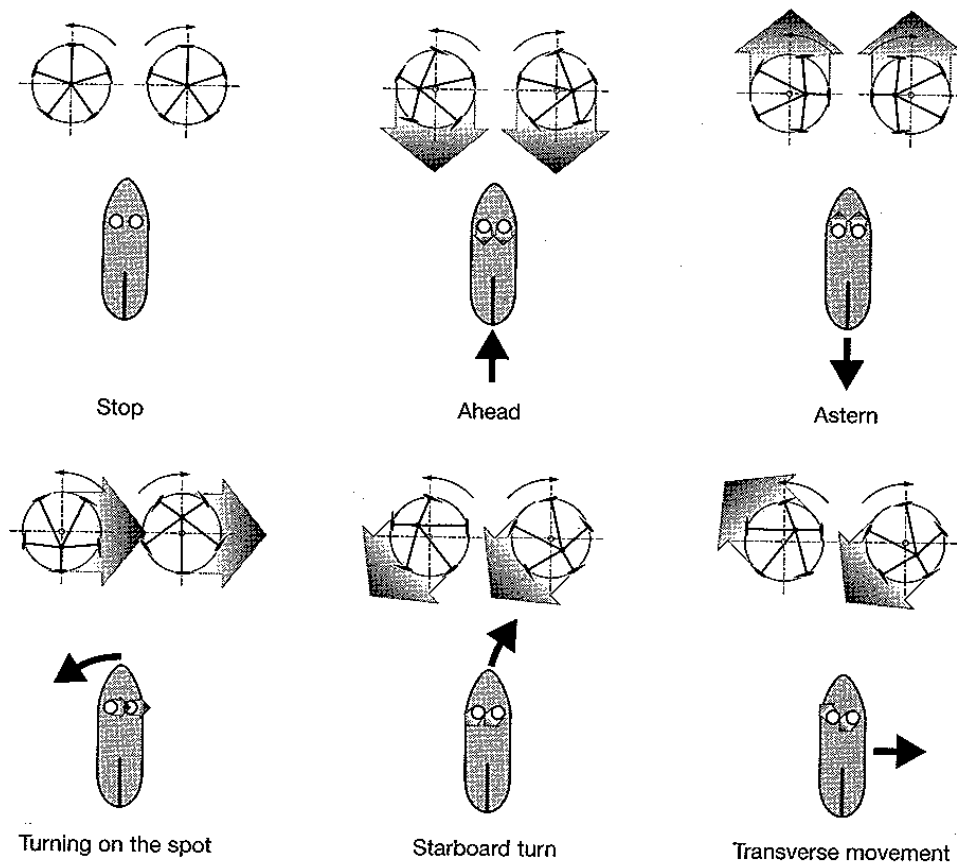


**13. Estructura pales Voith Schneider**



**14. Sistema rotatiu de les pales**

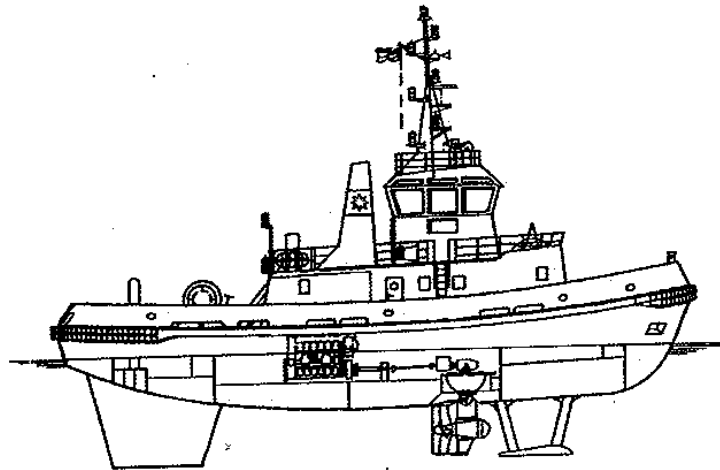
Aquest sistema produeix un major impuls per a navegacions avant que les hèlix de pas fix amb la mateixa potencia, però ofereix alhora una major maniobrabilitat.



#### 15. Resposta del remolcador segons l'enfocament de les pales

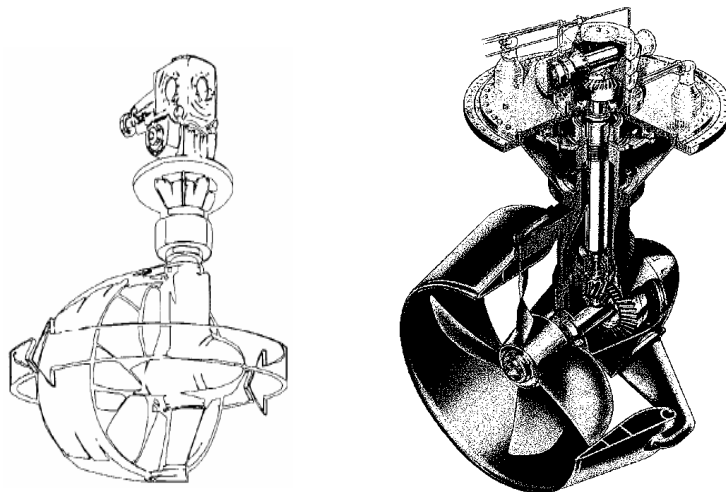
Els remolcadors ubiquen aquest sistema de propulsió aproximadament a un terç de l'eslora des de la proa. Els primers dissenys ubicaven tan sols una unitat, però l'experiència ha demostrat que l'efecte combinat de dues unitats dona molts millors resultats. Una altra característica del disseny d'aquest tipus de remolcadors es la quilla que ubiquen a sota la popa. El seu posicionament i dimensionat anirà directament relacionat amb la posició de la connexió de remolc. Cal destacar que el rotor i les pales estan protegits per una estructura soldada al casc que alhora serveix de punt de recolzament en dic sec.

### 3.2.6-Remolcadors amb unitats de propulsió azimuthal



16. Exemple de propulsió azimuthal

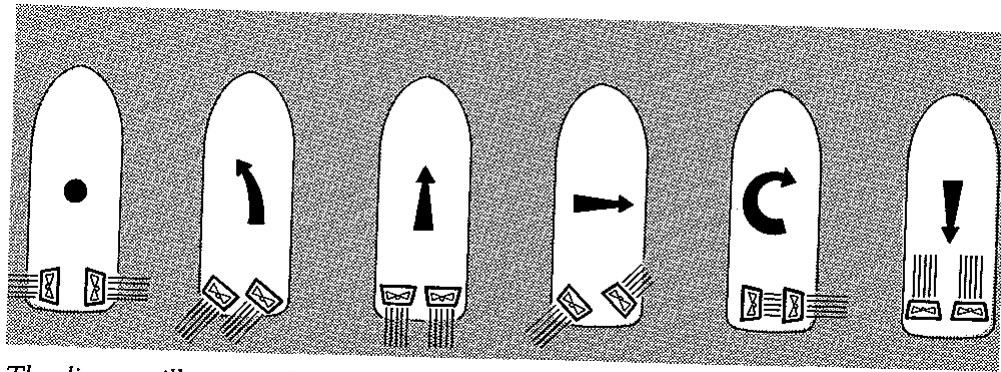
Aquest sistema de propulsió nascut als anys 70 neix com l'alternativa del sistema de propulsió Voith Schneider nascut pocs anys abans. Consisteix en una hèlix suspesa en un eix vertical formant angle recte amb el mateix. Fix a l'eix trobem una tovera dins de la cal gira la hèlix i el conjunt pot girar 360° sobre el seu propi eix vertical. Amb aquesta rotació aconseguim que l'expulsió del flux d'aigua es produeixi en la direcció desitjada, aconseguint d'aquesta manera una maniobrabilitat en tots els sentits i direccions.



17. Hèlix azimuthals

Aquest sistema de propulsió es coneix com a Schottel. Excepte en remolcadors molt petits destinats a serveis interiors, s'acostuma a equipar-los amb dues

unitats. Aquest tipus de propulsió pretén ser la competència directa de la Voith Schneider oferint les mateixes característiques de govern i versatilitat en la maniobra, per contra el tir indirecte en aquest tipus de remolcadors gaudiria de menys eficiència.



The diagram illustrates the six basic maneuvers of a tugboat using azimuthal thrusters.

#### 18. Resposta del remolcador

### 3.2.7-Remolcadors rotors

Del disseny de l'arquitecte naval Ton Kooren de l'empresa Kotug, va sorgir la innovadora idea d'aquest tipus de remolcador d'última generació. Aquest nou model de remolcador sorgeix de la necessitat de potencia, maniobrabilitat i versatilitat en l'auxili a maniobres d'entrada i sortida de port.

La principal característica d'aquest model de remolcador tractor es la col·locació de tres unitats de propulsió azimuthal situades dues a proa i una a popa garantint d'aquesta manera una tracció de tir a un punt fix en qualsevol direcció.

Des de la seva implantació el 1999 aquest tipus de remolcadors ha demostrat la seva gran valia com a remolcador de port i actualment molts ports disposen d'aquest tipus de remolcadors.

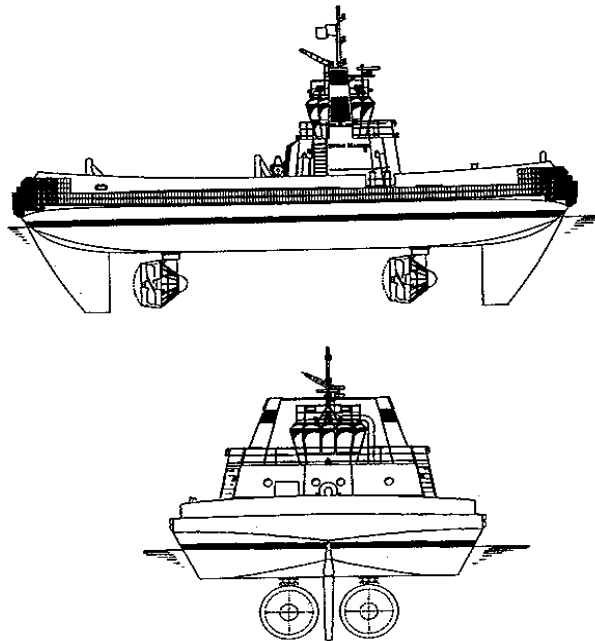
Un clar exemple d'aquest tipus de remolcadors son els que posseeix l'empresa REBARSA (Remolcadors de Barcelona S.A.) Montalt, Montfort, Montbrió...



### 3.2.8-Remolcadors Ship Docking Module (SDM)

Aquesta nova varietat de remolcador sorgida a finals de la dècada dels 90 neix de mans de la American Towage Group Hvide Maritime, posteriorment anomenada Seabulk international., més concretament del seu president Erik Hvide. El nom donat a aquest tipus de remolcador es deu a la impossibilitat d'incloure'l dins de cap altre tipus de remolcador existent fins al moment.

El projecte es fruit de les necessitats de l'empresa de crear un remolcador específic per l'auxili de les maniobres d'atrancament i desatrancament dels vaixells, especialment de crear un remolcador que no només estés dotat d'una capacitat de maniobra extraordinària sinó que a més donés la tracció de tir a un punt fix en totes les direccions (no únicament avant i enrere).



19. Disposició de les hèlix proa-popa

Per tal de aconseguir la seva proposta, la empresa va crear un vaixell amb un calat molt reduït i amb una gran manega. Aquest tipus de remolcador incorpora quatre unitats propulsors azimutals. Aquestes unitats estan situades per parelles a cada extrem del vaixell (proa i popa). Una característica remarcable d'aquest tipus de disseny també es la simetria del casc, idèntic a cada cap. Per altra banda cal destacar les dues quilles primes i profundes situades una a proa

i l'altre a popa. Amb aquest tipus de propulsió s'ha intentat minimitzar la interferència en el flux d'aigua entre els propulsors.

El remolcador SDM té dos propulsors azimuthals situats un a cada banda. El propulsor d'estribord és a proa mentre que el de babord és a popa. D'aquí que el remolcador es conegui també com ATT (Asymmetric Tractor Tug). El remolcador disposa a més de 2 quilles a proa i popa, en el pla de crugia. Es tracta d'un remolcador amb una potència de tir a punt fix de 75 tones. La seva disposició en planta presenta forma "líptica" ( $LBP / B = 1.89$ ) que li confereix molt bona estabilitat, reduint el balanç i evitant la pèrdua de potència observada en altres models deguda a la disminució de calat. D'altra banda, els remolcadors SDM presenten major rapidesa en les maniobres i en els desplaçaments laterals.

Podem trobar aquest tipus de disseny en els remolcadors que l'empresa SAR del grup Reyser posseeix al port de Barcelona: Willy-t, Ramon Casas, Salvador Dalí...

#### **4.- Principals característiques dels remolcadors.**

Els remolcadors com a vaixells específics que son per les particularitats de la tasca que desenvolupen, comporten unes característiques constructives determinades, tot seguit mostrem les principals característiques que els converteixen en dissenys distants dels estàndards de construcció naval.

##### **4.1-Estabilitat**

L'estabilitat juga un paper clau en els remolcadors. Donat el gran nombre de forces a les que es veuen sotmesos els remolcadors fruit de la naturalesa de la seva funció, aquest es veuen obligats a posseir una estabilitat inicial molt gran, aquí es on s'ha de tenir en compte la manega del vaixell a l'hora del seu disseny.

Per altra banda cal analitzar els esforços transversals sorgits de les forces de tracció que produeix el remolc i determinar el moment bolcant per tal de garantir que la operativa sigui sempre segura.

#### **4.2-Ancores**

Les regulacions específiques obliguen en molts casos als remolcadors a dur una o mes ancores per tal d'usar-les en la operativa o bé en l'ús habitual del propi vaixell. Aquest tema mereix una menció especial donat que el que en un vaixell no suposa cap problema en el remolcador pot ser-ho. Això es degut a l'estiba de l'ancora, durant el disseny del remolcador s'ha de tenir en compte que les ancores poden suposar un risc per a la integritat dels vaixells o artefactes remolcats o assistits, es per això que cal considerar de manera específica l'estiba de la pròpia ancora del remolcador dins del procés de disseny del mateix

#### **4.3-Regala**

Un altre tret fonamental dels remolcadors es el seu sobre dimensionat de la regala. Això es degut als laboriosos treballs que ha de realitzar la tripulació a la coberta durant les operacions de remolc. Per tal d'evitar l'embarcament d'aigua i oferir una major seguretat a la tripulació i en funció de la tasca a la qual es destina el remolcador les regales posseiran un dimensionat específic sempre molt superior a la mitja en la construcció naval.

També cal tenir en compte les obertures que cal disposar a aquesta per tal de desplegar els mitjans anticontaminació, o be per garantir la seguretat en aquells moments en que es requereixi un transvasament de tripulació entre dues embarcacions.

#### 4.4-Cobertes

Aquest apartat es d'especial menció sobretot en aquells remolcadors destinats a l'operativa de remolc i col·locació de plataformes petrolíferes i aquells destinats al salvament marítim. Es en aquests doncs on trobem grans àrees de treball habitualment situades a la popa dels mateixos i en general obertes per l'extrem més proper a la popa. Aquestes cobertes solen comptar amb nombrosos mitjans mecànics i tècnics per garantir el remolc així com una protecció antilliscant per a la seguretat de la tripulació. En aquells vaixell dedicats al moviment de boies, ancores, i tubàries, la coberta sol disposar a més a més d'una protecció addicional donat el pes i el material dels elements a remolcar.

#### 4.5-Defenses

Una de les característiques més distintives dels remolcadors son les seves defenses utilitzades per protegir-lo en aquells moments en que opera a prop d'altres vaixells o artefactes flotants. Donat que gran part de les maniobres de remolc impliquen un contacte directe entre remolcador i remolcat cal dotar als primers de defenses per tal d'evitar danys a ambdues embarcacions i alhora evitar reclamacions per part del remolcat.

Des dels inicis del remolcador com a vaixell específic, la indústria naval ha estudiat de forma concisa els diferents mètodes per tal d'esmoreir al màxim l'energia generada en els repetits contactes entre vaixells de dimensions considerables. No tan sols actua com a esmoreïdor de cops sinó que alhora evita el desgast de la xapa en vaixell com els remolcadors de port que en l'operativa diària realitzen un elevat numero de maniobres on es requereix que empenyin.

Totes les alternatives de defensa han de presentar solucions a l'absorció de cops i repartiment de forces en els dos vaixells, així com la integritat de la

pròpia defensa i el seus elements estructurals i els danys causats per fregament i fricció.

Seguint aquestes directives, alguns armadors a part de les defenses típiques incorporen un mitjà d'sprinks situats a proa i popa que s'encarreguen de lubricar la defensa de goma durant la operativa.

La secció de la pròpia defensa també es un tema que genera controvèrsia des de la típica defensa en forma de D o bé aquella amb forma de W.

La tendència global però s'encamina a muntar un sistema de doble defensa, una de més flexible i tova que es la que absorbeix el primer impacte i que es la que manté el contacte amb el remolcat, i la segona més rígida situada sota la primera que s'encarrega de repartir l'esforç derivat de la compressió.

Cal tenir en compte que aquells remolcadors destinats a funcions especials gaudiran alhora de defenses especials destinades a garantir la seguretat de la seva operativa.

#### **4.6.-Castell de proa**

En la majoria de remolcadors, especialment en aquells destinats en operacions d'altura a mar obert, observem una elevació característica del castell de proa. Aquest tipus de tret es degut a la intenció dels armadors de millorar les condicions dels seus remolcadors per evitar que embarquin aigua i millorar la navegabilitat dels seus vaixells en operatives amb condicions atmosfèriques desfavorables, sobretot aquelles relatives a la mar.

Per altra banda aquesta estructura garanteix una zona de treball seca i segura per als tripulants en maniobra així com alhora millora la maniobra del vaixell en si.

#### **4.7.-Subdivisions estanques**

Com en la majoria de vaixells de tots tipus, els remolcadors han de posseir un compartimentat del casc per tal de garantir la seva flotabilitat en cas de col·lisió o varada. El cas específic dels remolcadors, l'elevada dimensió de la sala de

maquines en relació amb l'eslora del mateix, fa que aquest compartimentat sigui de difícil aplicació. Ja que en el cas que l'averia es produeixi a la part del casc que afecta a la sala de maquines, aquesta suposaria una inundació de magnituds tan elevades que posaria en compromís la flotabilitat de l'embarcació.

La solució més freqüent a aquest tipus de problema, sol ser la col·locació d'un mampara estanc entre la unitat propulsora i el motor. Subdividint així la càmera de maquines en dos compartiments estancs, ja que amb els obligatoris a proa i a popa de la mateixa no n'hi hauria prou.

#### **4.8.-Superestructura i acomodació**

A l'hora de dissenyar els remolcadors cal tenir molt en compte la situació de la superestructura ja que els nous dissenys de vaixells i artefactes flotants amb proes, fins i altres sortints podrien impedir el correcte desenvolupament de la tasca del remolcador.

Per altra banda cal tenir en compte que el patró del remolcador ha de gaudir en tot moment d'una bona visibilitat a tot l'horitzó, per tant s'ha d'intentar minimitzar al màxim aquells sortints com xemeneies que dificultin la visió del patró.

Cal destacar que algunes de les superestructures d'alguns tipus de remolcadors també contenen defenses per tal de protegir la superestructura dels possibles cops.

Seguint la tendència general del món marítim, els remolcadors incorporen una tripulació molt reduïda que en els casos dels remolcadors portuaris sol ser de 3 persones. Es per aquest motiu que l'habilitació d'aquest tipus de vaixells sol ser molt reduïda, a mesura que augmenten les dimensions del remolcador, però, aquestes augmenten considerablement.

## 5.-Equip de remolc

Una part molt important i que sense ella el propi disseny dels remolcadors resultaria inútil es l'equip de remolc. L'equip de remolc es la part fonamental del remolcador i sovint sol ser la part que més carrega directa suporta. Es per això que mereixen una menció especial tots els elements involucrats en la tasca.

Tots els elements de l'equip de remolc estan dissenyats amb aquesta finalitat i es per això que tots poden suportar elevades carregues durant períodes de temps prolongats mantenint la seva efectivitat.

El primer dels elements que cal tenir en compte és l'element d'unió entre el remolcador i el remolcat. El cap o cable utilitzat com a element de remolc ha anat evolucionant molt des dels inicis dels remolcadors. Sobretot en la seva composició, de les fibres naturals a les sintètiques passant pel seu trenat, així mateix el cable emprat ha sofert una evolució paral·lela a les necessitats de la indústria del remolc d'altura. Cal destacar que l'evolució dels caps i els equips de remolc ha evolucionat en gran mesura gracies a la necessitat de maniobres de presa del remolc ràpides sobretot en aquelles derivades de l'operativa portuària. Aquest fet ha contribuït al desenvolupament de caps més lleugers i de fàcil maniobrabilitat.

Per altra banda cal destacar que hi ha hagut un gran nombre d'investigacions i alternatives per tal de trobar una manera més senzilla i eficient per tal de facilitar la maniobra de prendre remolc. Després de totes aquestes alternatives s'ha trobat que el mètode que segueix sent més eficient és el de tirar la sirga a bord del remolcador des del vaixell a remolcar. Després de provar grues i braços hidràulics s'ha comprovat que la millor solució es millorar l'element connectiu per tal de fer-lo més manejable per la tripulació tan del remolcador com del remolcat.

Com hem dit anteriorment els equips de remolc estan dissenyats per unir el vaixell remolcat i el remolcador per lo que estaran sotmesos a grans tensions i resistències les quals podem calcular mitjançant la equació següent:

$$R_T = R_H + R_P + R_W + R_S$$

RT = Resistència total.

RH = Resistència del agua.

RP = Resistència de  
la hèlix.

RW = Resistència del  
vent

RS = Resistència del oleatge.

### 5.1.-El cap i el cable de remolc

El cap i el cable de remolc son els elements principals, tal i com hem comentat, de la indústria del remolcador. Els avenços propiciats en quan a materials des dels seus inicis son realment dignes de menció.

En els inicis del remolc marítim, els caps de remolc usats eren de fibres naturals com manila o cànem. Aquest tipus de caps eren poc resistents i molt feixucs. Els caps eren aproximadament de 30cm de diàmetre i quan es mullaven agafaven molt pes arribant a enfonsar-se i entorpint les maniobres del remolcador arribant a poder quedar enganxat a l'hèlix del mateix.

A partir dels anys 50 varen començar a aparèixer els primers caps sintètics més resistents i lleugers que els seus competidors naturals. Els materials utilitzats en la elaboració d'aquests caps son: polipropilè, polièster, nylon, aramides i polietilè d'alts mòduls. Els més moderns es realitzen amb uns materials nous coneguts com Dyneema i Spectra. Cada un d'ells aporta unes determinades característiques, flotabilitat, resistència, lleugeresa, flexibilitat...

Els cables de remolc son utilitzats en els remolcs de llarga distància i en la majoria d'operacions "off-shore". La majoria d'ells estan construïts d'acer



inoxidable trenat i gaudeixen d'una alta resistència i relativa flexibilitat(en funció del trenat interior) .

Les llargades dels caps de remolc oscil·len en funció de la seva tasca. Així doncs els remolcadors de port tenen caps amb una llargada d'uns 100-150m mentre que els remolcadors costers tenen una llargada de cap o cable d'uns 600m i els remolcadors oceànics i d'altura poden arribar a una llargada de 2000m essent la mitja d'uns 1500m de cable.

En alguns casos s'utilitzen cables amb la part final unida a un cap sintètic en el que es conegut com a calabrotes.

En contades ocasions també trobem remolcs fets de cadena.

Wire Size (in)	Wire Scope (ft)	Chain Size (in)	Chain Scope (ft)	Added Resistance (lbs) 10,000 lb. Tension			Added Resistance (lbs) 20,000 lb. Tension		
				4 kts	8 kts	12 kts	4 kts	8 kts	12 kts
1 5/8	3000	--	--	1000	4000	7200	1000	3000	5800
1 5/8	2000	--	--	900	3500	4100	700	2500	3300
2	2000	--	--	2000	2200	6000	1500	2200	4000
2	2000	2 1/4	90	2500	5100	12000	1900	3900	7900
2	2000	2 1/4	270	3100	10000	19300	2000	7200	15000
2	2000	4 3/4	270	3700	12000	24500	2700	8900	17600
2 1/4	2000	2 1/4	90	1500	5200	11500	1300	3800	8000
2 1/4	2000	2 1/4	270	3000	8000	18500	1600	6500	14500
2 1/4	2000	4 3/4	270	5000	14100	25500	4500	12900	23000
2 1/4	3000	2 1/4	90	1900	8300	17500	1600	5700	13100
2 1/4	3000	2 1/4	270	3100	12000	24800	2500	8700	20100
2 1/4	3000	4 3/4	270	5500	14400	27800	5000	13300	26000

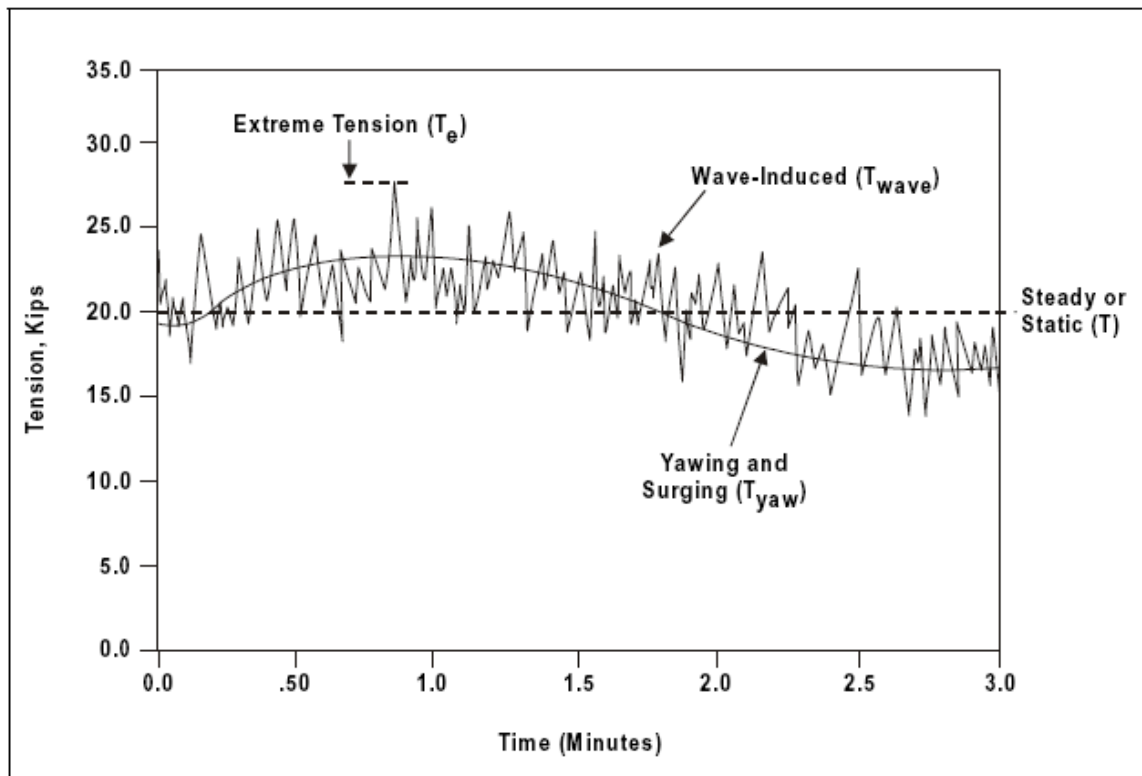
Wire Size (in)	Wire Scope (ft)	Chain Size (in)	Chain Scope (ft)	Added Resistance (lbs) 40,000 lb. Tension			Added Resistance (lbs) 60,000 lb. Tension		
				4 kts	8 kts	12 kts	4 kts	8 kts	12 kts
1 5/8	3000	--	--	600	2200	5000	500	1900	4200
1 5/8	2000	--	--	500	2000	3300	250	1000	2500
2	2000	--	--	1000	1700	3500	300	1200	3000
2	2000	2 1/4	90	1200	3200	6500	1000	2500	5100
2	2000	2 1/4	270	1500	5100	10900	1300	4200	8800
2	2000	4 3/4	270	2500	6900	14600	2000	6800	13200
2 1/4	2000	2 1/4	90	1200	3500	6500	1100	3100	5000
2 1/4	2000	2 1/4	270	1400	5100	11500	1200	3700	8500
2 1/4	2000	4 3/4	270	3600	9300	18100	2900	5700	13200
2 1/4	3000	2 1/4	90	1400	4100	9500	1200	2500	5900
2 1/4	3000	2 1/4	270	1900	6500	15500	1300	4200	10900
2 1/4	3000	4 3/4	270	3500	10500	21500	2000	7700	17000

## 20. Resistència Hidrodinàmica del Cable de remol. (U.S. NAVY Towing manual

En aquesta taula trobarem la resistència hidrodinàmica del cable de remolc tant per cable com per cadena, i segons sigui el seu tamany i el seu alcans, a demes tenim les dades per tres velocitats diferents, lo que

ens permetrà elegir la major per cada cas. Si desitgem una exactitud en les xifres podem interpolar sense cap problema.

Per exemple un vaixell de 60000 lb. I una velocitat de 8 nus, considerant que el cable te una longitud de 2000 peus i un diàmetre de 2 ¼ i que la cadena te una longitud de 270 peus i un tamany de 2 ¼ la resistència que ens proporcionarà la formació de la catenària per el cable serà de 3700 punts, i que haurà de tenir-se en compte per calcular la resistència total. Un altre taula molt interessant que podem utilitzar es la següent:



21. Tensió del cable de remolc vs. Temps (U.S. NAVY Towing manual)

Quant remolquem a una velocitat i a un tir fix constant, la tensió del cable no es constant sinó que varia a causa de les guinyades, de las onades, etc. Si realitzem la unió de aquestes dos podrem trobar la tensió estable o estàtica (la línia recta). Observant la figura també podem dir que transcorre uns minuts entre la màxima tensió i la mínima tensió a causa del moviment del

vaixell , tant per la guinyada com per les onades.

## 5.2.-Bites, Cabrestants, Ganxos.

L'altre element indispensable a l'hora de realitzar la maniobra de remolc es aquell element on farem fix el cap o cable de remolc. Podríem dins d'aquets fer una distinció entre aquells que simplement ens permeten enganxar-hi el cap (bites, ganxos, DOT...) i aquells en que podem controlar la llargada del cap utilitzat mentre realitzem la maniobra (cabrestant de tambor, cabrestant de fricció...).

Les bites son elements fixes situats a les cobertes dels remolcadors que ens permeten fer fix l'element d'unió del remolc, habitualment el cap. Aquets elements tan venciils en forma d'"H" estan dotats duna elevada resistència estructural que els permet suportar grans carregues.

Els ganxos solen ser elements fixes amb un cert grau de llibertat on podem fer fix l'element d'unió de remolc tan cap com cable i que ens permet alliberar-lo amb més facilitat que no pas la bita. Molts remolcadors actuals malgrat incorporar cabrestants, també incorporen ganxos com a mètode secundari de remolc.

Finalment trobem els elements de remolc dinàmic. Actualment competeixen dues empreses en aquest sector. El concepte dels dos productes es el mateix: el d'oferir una connexió de remolc radial que permeti el lliure gir els 360°. Aquests dos sistemes son el Carroussel de Novatug i el Dynamic Oval Towing de Mampey.

Aquesta nou sistema, molt similar en ambdós casos, ofereix seguretat, capacitat de control i flexibilitat, alhora que permetre al remolcador maniobrar d'una forma segura i independent de la línia de remolc. Això alhora permetre usar tota la potencia en qualsevol direcció de tir.

La principal diferencia entre els dos sistemes es que un es circular mentre que l'altre es ovalat.

Des d'un temps ençà, els remolcadors de nova construcció incorporen cabrestants que contenen la línia de remolc, ja sigui cap o cable enrotllada i permeten allargar-la o virar-la segons necessitat sobre la marxa. En aquest tipus de situació es el propi cabrestant qui suporta les tensions derivades del remolc.

Troben diversos tipus de cabrestants dins dels remolcadors, el més habitual es el de tambor. El seu funcionament es molt basic. Consisteix en un tambor a motor en el qual queda enrotllat el cap o cable i sobre el qual treballen les tensions pròpies de l'acció de remolcar.

El seu funcionament sol estar accionat per motors elèctrics o hidràulics i controlat pel patró des del pont de comandament. Els remolcadors moderns solen dur dos tambors i aquests solen tenir dues velocitats d'operació. Per altra banda destacar que la carrega de ruptura dels cabrestants de tambor per a un remolcador de tir a punt fix de 35 T es de 150 T.

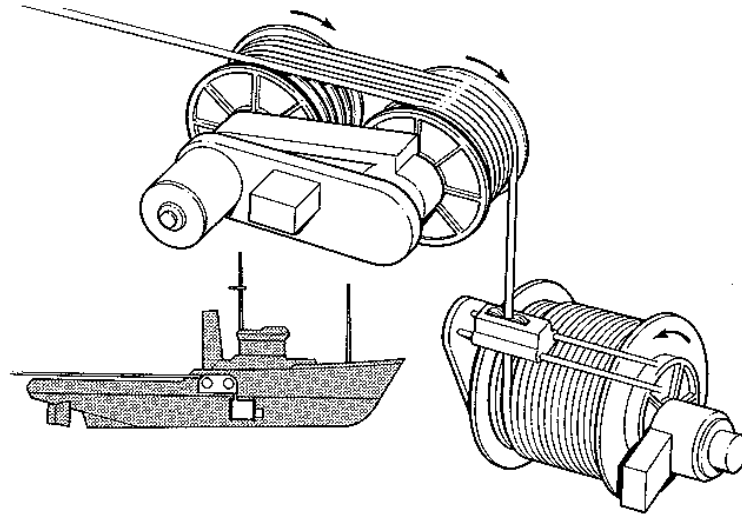
Alguns d'aquests tambors estan equipats amb una eina que corre la longitud del tambor i que va estibant el cap o cable de manera que quedi ordenat dins del tambor.

Per altra banda tenim els cabrestants de fricció, son un tipus de cabrestant molt poc comú utilitzat des de fa uns 50 anys sobretot en els remolcadors oceànics molt potents per tal de solucionar algunes de les deficiències del cabrestant de tambor.

Aquest equip esta format per dos cabrestants de fricció marcats i situats perpendicularment l'un respecte l'altre. Els dos funcionen a l'uníson. Finalment trobem un tercer cabrestant utilitzat per emmagatzemar la part final del cap i així donar tensió sempre al conjunt. D'aquesta manera s'aconsegueix que el cap o cable treballi sobre les ranures aprofitant la fricció que aquestes aporten per tal de treballar millor.

La principal avantatge que presenta aquest sistema es que el cap o cable no es malmet ni presenta deformacions. Donat que aquest equip es sol muntar en grans vaixells remolcadors d'altura, i habitualment aquests i ubiquen l'equip de remolc a dins de la superestructura, això permet ubicar els dos cabrestants en

una zona baixa propera a la coberta principal deixant el tercer cabrestant sobre la coberta de treball i així millorar l'estabilitat del remolcador, donat el gran pes que suposa la línia de remolc i el seu equip en aquest tipus de vaixells.



#### 22. Cabrestants de fricció en perpendicular

Finalment trobem un altre tipus de cabrestants anomenats “tugger” i que es troben a la coberta de treball. Aquest tipus de cabrestants solen ser més petits i s'utilitzen per a virar ràpidament la línia de remolc en vaixell amb una línia de remolc molt pesada que requereix ser virada amb facilitat.

### 5.3.-Altres

Un altre element digne de consideració són les guies. Les guies són elements fixes formats per un polí soldat a la coberta de treball del qual surten dos cilindres vertical o obliquament units en la seva part superior per un altre cilindre, formant d'aquesta manera un arc.

Estan construïts de xapa d'acer i s'ubiquen sempre a la línia de cruïxa a popa del cabrestant. Aquest element té dues aplicacions: la primera és la de marcar el punt sobre el qual treballarà la línia de remolc i per tant on es concentraran la major quantitat d'esforços provinents del propi remolc.

Com es deduir, aquesta zona gaudirà d'uns reforços addicionals per tal de suportar les carregues i tensions addicionals. D'aquesta manera s'aconsegueix alliberar el cabrestant de les tensions del remolc.

Per altra banda la guia també s'utilitza per garantir que la línia de remolc, sigui cap o sigui cable surti i entri sempre perpendicular a l'eix de gir del cabrestant.

Dins de les guies, podem trobar un model peculiar, la bita de guia dinàmica. Aquest element es un element mòbil que actua com la guia convencional però que el fet de moure's al llarg de la manega del vaixell permet reduir les tensions suportades per la pròpia guia.

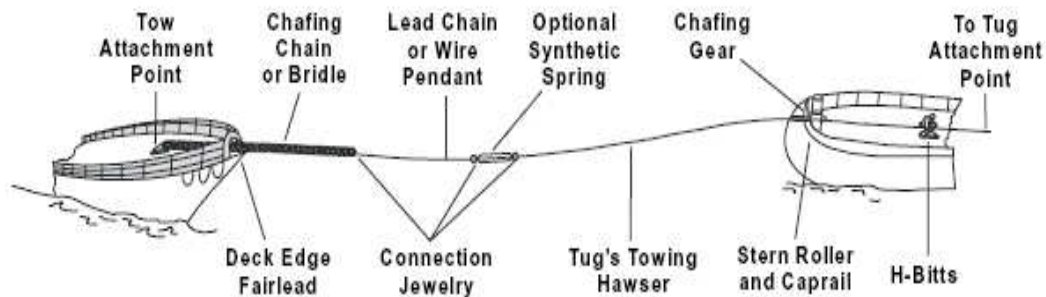
La seva característica principal es la de desplaçar la guia transversalment per tal de compensar l'allargament de la línia de remolc aprofitant la diferencia geomètrica. El moviment de la guia compensa l'allargament de la línia entre la guia i el cabrestant degut a les altes tensions a les que aquestes esta sotmesa. El moviment esta generat per un motor hidràulic que actua en funció del mòdul d'elasticitat de la línia de remolc.

Aquest tipus de guia soluciona en part el principal problema sorgit en les operacions de remolc: la falta de la línia de remolc, amb la perillositat que això suposa. La majoria de trencaments de línia es deuen a increments sobtats de tracció per part de la mateixa provocant un allargament fins al trencament. Amb aquest sistema degut al seu actualment dinàmic i basat en els assajos de la línia de remolc utilitzada permeten adaptar la guia a les necessitats del moment reduint d'aquesta manera els sobreessforços i els problemes de fricció amb l'efecte directe de reduir alhora els casos de trencament de línia.

Donada l'especial particularitat de la tasca dels remolcadors que venim assenyalant durant tot el treball, aquests disposen d'elements particulars per a cada tipus de tasca. Alguns exemples d'ells son les cadenes utilitzades com a fre per la línia, o els elements que eviten que la línia s'elevi en excés com pot

ser l'unió del cable a la coberta mitjançant un cap o un element hidràulic regulable situat a coberta.

Com a conclusió d'una unió de tots els elements de remolc vistos fins ara, obtindríem una cosa semblant a aquesta tractant-se de un remolc de altura:



23. Equip complet de remolc de altura

## 6.- Maniobres

Els remolcadors realitzen un seguit de maniobres concretes i per les quals son especialment concebuts. Les més utilitzades son les següents:

### 6.1.-Remolc

El remolc en si es la maniobra per la qual un vaixell remolcador, remolca a un altre vaixell o artefacte flotant per mitja d'un element connectiu entre els dos una distancia determinada. Aquesta maniobra serveix per transportar un element flotant d'un origen a un destí. L'element flotant es pot presentar de moltes maneres (vaixell que requereix auxili, vaixell sense govern, barcaça, plataforma petrolífera, molí de vent, boia, vaixell sortit de drassanes...) i el propietari del remolc es compromet a traslladar-lo d'un lloc a un altre.

Aquesta maniobra sol ser una maniobra complicada que es duu a terme a baixes velocitats i on la meteorologia juga un paper força important. Cal tenir en

compte que aquests remolcs poden donar lloc a l'ús de diversos remolcadors en conjunt generant una estructura complexa amb identificació específica i que pot suposar un risc per a la navegació. Generalment s'usen llargades de línia de remolc que poden superar el kilòmetre.

## **6.2.-Empènyer**

Els remolcadors utilitzen la maniobra de recolzar-se directament sobre el casc del vaixell i empènyer-lo en les maniobres d'atracament i destacament per tal d'acostar el vaixell de forma paral·lela al moll o bé per tal de mantenir-lo contra el moll a l'hora de donar caps quan el vaixell no té suficients caps donats per garantir que aquests puguin aguantar mentre dona els següents.

Cal d'estacar també que en certes zones determinades, sobretot en llacs, rius i ports, però també per alta mar, els remolcadors s'encarreguen d'empènyer barcasses de carrega mancades de propulsió pròpia. Tot sovint algunes d'elles tenen una forma específica a popa per tal que el remolcador hi encaixi.

## **6.3.-Abarloat**

Tal i com hem comentat anteriorment, els remolcadors solen realitzar tasques de remolc de barcasses empenyent-les. No es estrany per això veure aquest tipus de remolc mitjançant un o més remolcadors abarloats a l'objecte a remolcar.

## **6.4.-Tir directe**

El remolc de tir directe es aquell en que el tir efectiu sobre el remolcat recau directament en la potencia desenvolupada pel motor del remolcador. Per tal de incrementar la potencia de tir d'aquesta modalitat és necessari un increment proporcional en la potencia del motor o motors del remolcador, el que alhora implica un major desplaçament del vaixell remolcador i una menor maniobrabilitat.



Aquest tipus de maniobra és la més usada en maniobres d'atrancament i destacament així com revirades i se sol utilitzar a baixes velocitats ( 5 nusos), ja que al augmentar la velocitat gran part de la potencia s'utilitza per tal de mantenir la posició del remolcador.

### 6.5.-Tir indirecte

El remolc de tir indirecte, per altra banda, aprofita la potencia subministrada pel motor del remolcador conjuntament amb la força hidrodinàmica de l'aigua exercida sobre el casc. D'aquesta manera s'aconsegueix regular la potencia resultant amb l'angle de la força de tir del remolcador. El remolcador es sol situar a la popa del vaixell assistit i a la mateixa velocitat (sempre compresa entre 5 i 10 nusos). El tir es produeix quan el remolcador es situa al costat del vaixell i en un angle d'atac determinat, relatiu al flux d'aigua generant així un gran esforç hidrodinàmic sustentador en la obra viva del remolcador. Els propulsors només s'utilitzen per mantenir la posició obliqua del remolcador maximitzant així la força sustentadora.

La màxima força produïda per aquest tipus de maniobra sol ser de l'ordre de més de dues vegades el valor de la força de tir a un punt fix. La principal diferencia entre aquesta modalitat i la de tir directe recau en l'aprofitament de les forces hidrodinàmiques produïdes sobre el casc del remolcador i la velocitat relativa de l'aigua que produeixen un increment de tir proporcional al quadrat de la velocitat del remolcador.

Cal tenir en compte que aquest tipus de maniobra genera grans esforços en la línia de remolc fent de obligada ubicació una guia situada entre el cabrestant i el vaixell remolcat i obligant a la línia a passar per ella. Serà en aquest punt on es suportaran majors esforços.

Les guies utilitzades solen ser elements fixes, tot i que també trobem guies dinàmiques

Aquest mètode de tir es capaç de suportar grans esforços degut a l'equilibri entre la força de tir, la força hidrodinàmica i la propulsora. El tir indirecte és la manera mes adequada de realitzar un gir pronunciat amb un vaixell remolcat a

una velocitat relativament elevada. També se sol utilitzar aquest tipus de maniobra amb el vaixell parat quan s'ha de realitzar una revirada en espais limitats i a la part final de la maniobra d'atrancament en el període d'aproximació al moll quan el vaixell ja no disposa d'arrencada i no es disposa de suficient espai per a realitzar tir directe.

## **6.6.-Escorta**

En la majoria de maniobres d'entrada o sortida de port i sobretot en aquells on es realitzi la maniobra en terminals de productes inflamables o susceptibles de produir vessaments contaminants sol ser obligatòria o si més no necessària la maniobra d'escorta d'un remolcador. En aquest tipus d'operacions, es deixen els remolcadors en "Stand-by" i en el cas de necessitat urgent aquets poden prestar els seus serveis instantàniament.

Aquest tipus de maniobra també sol ser habitual en maniobres a plataforma petrolífera o bé a monoboya.

També poden necessitar serveis d'escorta aquells vaixell que hagin patit averia o bé tinguin la maniobrabilitat restringida per alguna circumstancia.

## **6.7.-Trencagels**

Finalment trobem algunes zones on s'utilitzen remolcadors trenca gels per tal d'assistir els vaixells que no disposen de casc trencaglaç i pretenen entrar en alguna zona o port situat en zones de glaç freqüent. Aquest servei sol ser molt habitual al mar bàltic on a l'època hivernal nombrosos ports queden incomunicats degut a la gruixuda capa de glaç i la única manera de accedir-hi o sortir-ne es mitjançant un trencaglaç.

També es solen formar comboi en aquestes zones liderats per un remolcador trencaglaç que obre el camí per la resta de vaixells.

## 7.- Normativa aplicable

S'ha de tenir present que la multitud de serveis que presten els remolcadors, i la peculiaritat dels mateixos, ha fet que al llarg de la història s'hagin redactat nombroses normatives i regulacions tant nacionals com internacionals que intenten regular jurídicament la indústria dels remolcadors.

Primerament cal tenir en compte que els remolcadors no deixen de ser vaixells i per tant tots ells estan a l'empara de:

- SOLAS 1974. esmenat
- Regulacions nacionals referents a la seguretat d'embarcacions
- Regulacions locals (sobretot en el cas dels remolcadors de port que segons el plec de condicions de l'Autoritat portuària per la qual treballen, han de complir uns mínims en quan a serveis de lluita contra incendis i contra la contaminació.)

Pel que fa als contractes de remolc ordinaris, trobem dos tipus de contracte diferenciats, el contracte de remolc-maniobra (portuari) i el contracte de remolc-transport o el que es conegut com a remolc directe. Aquests contractes serveixen en la majoria dels casos per tal d'establir les clàusules que pròpiament regularan la relació entre remolcat i remolcador. Tot sovint el propi contracte es el que marca l'aplicació de la normativa i fins i tot marca quina normativa serà d'aplicació durant el desenvolupament del servei.

Per altra banda cal destacar els remolcs de salvament que aquests venen regulats a nivell internacional per:

- Conveni internacional de Brussel·les per a la unificació de certes regles en matèria d'assistència i salvament a la mar de 1910
- Conveni internacional sobre salvament de 1989

A nivell nacional cal destacar:

- Llei 60/1962 sobre auxilis, salvaments, remolcs, troballes i extraccions marítimes. (el capítol 2 esta íntegrament dedicat al remolc a la mar)
- Llei de ports de l'estat i marina mercant 1992/97

En quan a remolc portuari o remolc-maniobra destaquem:

- LPMM 92/97 art 59, 66, 67, 87.
- Llei 48/03, de 26 de novembre, de Règim Econòmic i de prestació de serveis dels ports d'interès general.
- Reglament general de practicatge de l'1 de març de 1996.
- Codi de comerç article 807.
- Circular nom. 29 de 27 de novembre de 1964, de la direcció general de navegació -article 9.3 CE.

## **8.-Futur dels remolcadors**

Es diu que el coneixement de la historia es molt important per poder encertar el comportament de certes coses en un futur. Doncs aquest treball sobre la historia dels remolcadors no es menys, el estudi de la seva evolució al llarg de la historia es per saber mes o menys quin camí seguiran en un futur. En aquest apartat vorem el futur mes immediat dels vaixells remolcadors des de un punt de vista tècnic i de un període de temps curt ja que molts dels avenços descrits ja els podem trobar navegant en algun punt del mon. Com sabem els remolcadors son cada vegada mes específics en les seves tasques, per això totes les evolucions que s'hi apliquen seran per realitzar la feina amb mes rapidesa, seguretat i en definitiva de manera mes sostenible.

Remolcadors d' altura:

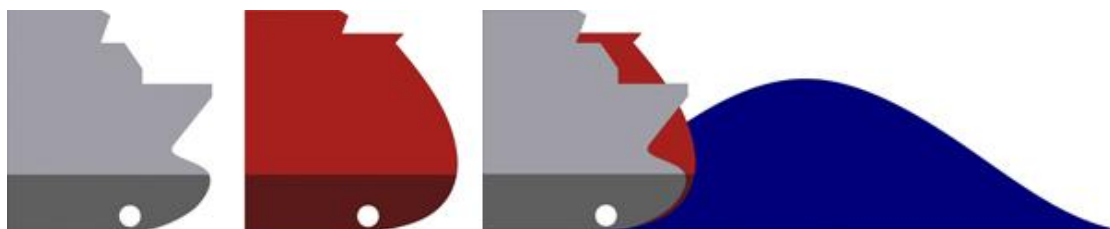


#### 24. Prototip remolcador amb proa invertida

En aquest tipus de remolcador hi ha que destacar sobre tot un disseny de vaixell que esta inspirat en uns vaixells trobats a terres nòrdiques que eren de procedència vikinga. Aquests eren el “Knarr” i el “Osseberg” corresponents als anys 700 i 800 DC respectivament. Tenien una cosa en comú, una proa acabada amb arcs de forma arrodonida.

El Ulstein X-Bow també coneguda com proa invertida, es un model de proa patentat per el grup Ulstein, una famosa drassana noruega.

El X-Bow es un disseny de proa en el que el bulb de proa queda situat en la perpendicular de proa, formant una sola peça en el casc. Les avantatges mes significatives son una menor resistència al arrastra i major velocitat en condicions de molt mala mar.



#### 25. Comparativa comportament de les ones en proa convencional i invertida

Aquesta companyia Ulstein Mek. Verksted va ser fundada en 1917 per Martin Ulstein. Actualment la empresa continua sent propietat de la família i conta amb aproximadament 680 empleats.

Després de una sèrie de proves experimentals realitzades en Febrer de 2005 en Marintek, es va començar la fabricació de la primera embarcació amb proa invertida , un remolcador AHTS botat amb el nom de Bourbon Orca.



**26. Bourbon Orca**

Aquest disseny va revolucionar la seguretat a bord. Els vaixells son capaços de navegar a 17 nus en mig de onades de deu metres. El estudiat i característic perfil dels seus vaixells, diferents a tot lo vist fins ara com es pot apreciar a les fotografies , supera en tots els caps a els vaixells convencionals quan onades y vents posen en perill la embarcació.

Aquest nou perfil de proa elimina el efecte del mar contra la proa donant com a resultat vaixells molt mes segurs ja que estan molt millor preparats per fer front a condicions climàtiques extremes i mantenir la velocitat inclús en aquestes condicions.

Les característiques de la proa invertida fan que els vaixells amb proa X-Bow avancen amb major suavitat penetrant com un “torpede” i eviten onades a les amures.

Un altra de les avantatges es el estalvi energètic resultant vaixells menys contaminants per el medi ambient i mes econòmics. Les experiències obtingudes demostren que aquests vaixells poden estalviar entre un 4% i un 7% de combustible cada any, depèn de la forma en que siguin operats.

Aquestes característiques unides a la seva peculiar distribució del volum en la obra viva, contribueixen a reduir el

Pensats originalment com a vaixells suply a plataformes petrolíferes off-shore,(AHTS, OCV,PSV) avui hi ha navegant també vaixells de prospecció

sísmica, vaixells de recreo i encara en projecte el transport de containers.



27. Bourbon Sarah

Fins a les hores les drassanes noruegues ja ha construït 295 vaixells, sent des de 2006 fins ara 20 els vaixells fabricats amb la proa invertida. Avui hi ha varis astilars baix llicencia que construeixin el X-Bow en el mon.

Remolcadors de port:

Possiblement es en aquet àmbit de remolcadors on mes avenços s' esperen per el futur ja que son els mes utilitzats i te un major nombre de flota mundial. En aquest tipus de remolcador s'intenten millorar els dos àmbits mes importants del remolcador com son el equip de remolc i el equip propulsor. En primer lloc parlarem del primer cas.

El equip de remolc fins a les hores esta situat sempre a popa i sobre la línia central del remolcador. Actualment s' esta fen l'estudi d' un tipus de remolcador on aquest equip estarà situat a proa. La empresa encarregada de portar a terme aquest estudi es la Wärtsilä on la finalitat es aconseguir dissenyar un tipus de remolcador que compleixi amb els requisits de consum i econòmics. Per

això a part de l'equip de remolc també treballen amb la propulsió que tractarem mes endavant.

El primer prototip es el W TUG 60, aquest tipus de remolcador incorporarà equip contra incendis i un tir a punt fix de 80 Tm. Disposa de un ganxo de remolc a popa i una “maquinilla” de remolc a popa, així com un panel Fi-Fi situat per sobre de la coberta de govern. Aquest model es el mes basic dissenyat per la empresa.



**28. Prototip W TUG 60**

El W TUG 80 es la versió mes completa de aquest projecte, disposa d'un corrò de proa, pins de remolc, un ganxo de remolc i un tugger winch que complementa el equipament basic de aquest tipus de remolcador.

Podrà arribar als 14 nus de velocitat i tindrà una eslora de 35m el que el farà un poc major que el model anterior on la velocitat es mantindrà i la eslora serà de aproximadament 27m.

Per últim el equip contra incendis esta situat per sobre del pont de govern com a l'altre versió.



### ***Remolcadors de propulsió elèctrica.***

Podríem parlar de remolcadors amb propulsió per energies renovables, però la realitat es que amb aquest tipus de energia no s'aconsegueix dotar a un remolcador amb la potencia necessària per realitzar les seves tasques. Com sabem la potencia en aquest tipus de embarcacions es el que fa possible la seva feina i les energies renovables de moment no estan prou desenvolupades com per fer possible la seva utilització.

Hi ha remolcadors equipats amb plaques solars però nomes poden abastir equips petits elèctrics com son les ràdios VHF i pantalles de AIS o altres equips del pont.

Així en un futur immediat es parla de la implantació de remolcadors elèctrics o híbrids però sense utilitzar energies renovables.

Els remolcadors de propulsió elèctrica la major avantatge que proporcionen es el estalvi de una quantitat important de combustible. Ja fa molts anys que s'estudia l' implantació de aquest tipus de propulsió al vaixells i ja hi ha varis models que ho porten. No nomes el estalvi de combustible fa que sigui interessant el equip elèctric en un remolcador, sinó que també hi ha altres avantatges tècniques i humanes que defensen el projecte. En primer lloc simplifiquen el disseny i aprofiten molt millor els espais del buc, El entorn de treball també ho agraeix ja que les vibracions i sorolls forts es veuen quasi anul·lats per complet.

#### **Estalvi de combustible:**

La introducció de la propulsió elèctrica requereix la substitució del eix entre el motor principal i l'hèlix per un sistema compost per generadors, quadres de distribució, transformadors, accionaments i motors. El sistema te una eficiència de aproximadament el 90% el que significa que hi ha pèrdues que hauran de ser tingudes en compte. El menor consum es atribuïble a dos factors, el primer es el control de velocitat variable de la hèlix que redueix al mínim les perdudes sense carga de les hèlix en comparació amb les clàssiques de pas variable i

velocitat. El segon element es la posta en marxa i parada automàtica dels motors diesel, lo que garanteix que la carga del motor es mantingui lo mes pròxima possible al seu punt de treball. Tenint en compte aquets dos factors es poden aconseguir estalvis de entre el 15% i el 25% en condicions de funcionament típiques, i de fins al 40% i 50% en operacions de posicionament dinàmic.

Propulsió elèctrica i propulsió mecànica directa per un remolcador de plataforma (AhTS) de mes de 200 tones tracció a punt fix.

Mètode de operació	Consum de combustible		
	Cas bàsic D-mec (kg/h)	Propulsió elèctrica (kg/h)	Perfil de treball (h/any)
Manipulació de ancles	2.280	2.295	438
Proba de tracció a punt fixe	2.451	2.795	88
Remolc en trànsit	1.898	2.053	1.314
Suministre en trànsit	1.276	1.036	2.190
DP/standby HI	1.377	1.020	1.402
DP/standby LO	1.015	620	2.803
Port	26	25	526

## 29. Taula d' estalvi de combustible

Resum dels principals avantatges i criteris de valoració de la propulsió elèctrica.

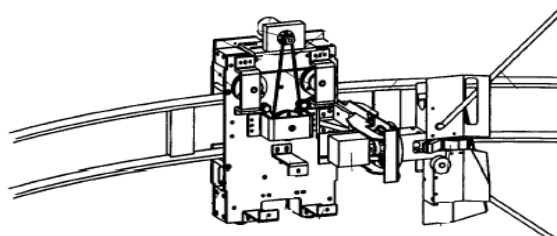
1. Rendibilitat de construcció e instal·lació
2. Flexibilitat de disseny que millori la utilització del vaixell
3. Major seguretat
4. Disponibilitat de sistemes de propulsió i manteniment de posició utilitzats per DP (Posicionament Dinàmic)
5. Baix consum de combustible
6. Baix impacte mediambiental, es a dir menys emissions
7. Millor entorn de treball per la tripulació
8. Costos de manteniment mes reduïts
9. Facilitat de manteniment durant el cicle de vida del vaixell

- 10. Disponibilitat de recanvis a bord
- 11. Acoblament de a bord
- 12. Minimització de les limitacions que porten a un rendiment suboptim
- 13. Minimització de efectes adversos sobre altres equips atribuïbles a vibracions
- 14. Elevades prestacions per ruptura i manipulació del gel en trencagels.

## 9.-Conclusions

Fins ara hem parlat dels recorregut dels remolcadors al llarg de la història, de les seves utilitats i sobretot com han anat evolucionant. Una de les finalitats d'aquest projecte és saber o almenys intentar saber cap on anem en aquest sector? Per això com a conclusions intentaré fer una predicció futura sobre els remolcadors però des d'un punt de vista diferent al ja analitzat anteriorment com és l'aspecte tècnic.

En primer lloc veiem com la tecnologia evoluciona dia a dia i una de les finalitats que ha predominat al llarg de la història és la de reduir la mà d'obra i simplificar les feines al màxim i en els remolcadors no serà menys. Ja des de fa temps s'ha intentat dissenyar un tipus de remolcadors que puguin funcionar i ser operats per dos tripulants solament (patró i mecànic) però la realitat tècnica i sobretot social fan que aquest fet es vegi molt llunyà encara. Al port de Barcelona els remolcadors de SAR Willy T, Ramon Casas i Salvador Dalí portaven un sistema que permetia enganxar el cap del vaixell remolcat amb el virador automàticament. Això òbviament faria que fos possible la reducció d'un mariner, però com hem dit hi ha molts problemes. Per començar des del sindicat de treballadors s'oposaren rotundament a aquesta idea i després es va veure que aquest sistema enganxa correctament 1 de cada 4 vegades segons un estudi realitzat per la mateixa empresa SAR, la qual cosa fa obvi que aquest sistema encara ha de perfeccionar-se i no hi ha un interès comú en que això sigui possible.



30. Mecanisme per enganxar automàticament que va fracassar.

Vist això preveu que el nombre de tripulants en un futur seguirà sent de tres persones més el alumne en cas de tenir-lo.

En qüestió al numero de flota les previsions futures dins el sector marítim es que el transit marítim augmenti en els pròxims anys. L' inauguració recentment de la nova terminal de contenidors de El Prat, que pertany a un grup de empresaris xinesos, amb una capacitat per rebre vaixells de aquet tipus el doble de gran de que hi havia fins a les hores en el port de Barcelona i una operativitat amb sistemes de carrega i descarrega automàtics i directament als trens, contribuirà a aquest augment de transit.

Juntament amb la tendència de exportar vehicles des de el nostre port, el transit ja existent i la obligació que tenen tots els vaixells que atraquin al moll de inflamables de agafar com a mínim un remolcador fa que la flota actual de remolcadors a Barcelona no perilla en absolut a pesar de la crisis econòmica mundial que s'està patint en la actualitat i que pareix que de mica en mica van apareixent nous brots verds en l' economia.

Es mes no seria una idea descabellada dir que la flota de remolcadors augmenti en un futur no llunya per complementar als ja coneguts 7 remolcadors existents.

A demes amb el vist fins ara podem afirmar que la crisis econòmica mundial que esta implantada des de ja fa uns anys, no ha afectat al sector dels remolcadors ja que segueixen amb la mateixa feina i com hem vist fins i tot s'espera un augment de la facturació

Dins totes aquestes qüestions estem parlant implícitament de temes econòmics que es el motiu principal que fa que els remolcadors funcionin en la majoria de ports del mon.

Com hem vist durant el projecte l'augment de flota sempre ve associat per un creixement econòmic, o el que ve a ser el mateix un major moviment de vaixells en un port. Per això ja hem dit que les previsions futures de transit marítim al port de Barcelona segueixin augmentant, es mes, les previsions de les empreses de remolcadors es que durant el pròxim any la facturació creixi entre un 12 i un 27% en el millors dels casos i com queda reflectit en el conveni firmat fa escàs temps per els treballadors de remolcadors el seu sou incrementarà en funció del que ho faixi la empresa poden augmentar fins un

1,5% el sou mensual en cas de que la facturació superi el 25% respecte el curs anterior.

D'aquesta manera veiem com fins en els pitjors dels cassos i vist des de el punt de vista mes pessimista la previsió futura es que els remolcadors en un futur es vegin reforçats econòmicament. Una explicació senzilla seria veure la importància que tenen dins el port de Barcelona per que tot el transit marítim treballi a la velocitat que ho fa i la seguretat que donen al port.

Hem parlat breument de les tripulacions dels remolcadors i son “el motor principal” dels remolcadors. Actualment hi ha formada una plataforma de treballadors que s'encarreguen de negociar i lluitar per assegurar unes condicions de treball i una remuneració adequada al treball que desenvolupen. El passat mes de Juliol i Agost de 2012 es celebraren varies assemblees de treballadors per firmar el nou conveni de treball que ha resultat ser un model a seguir i un mirall on mirar-se moltes altres empreses de Espanya ja que han aconseguit firmar un contracte al marge de les reformes i decrets aprovats per el actual Govern. Així treballadors i direcció de la empresa han arribar a un acord que de bon segur serà favorable a les dos parts i que no va ser fàcil d'aconseguir com es va poder veure des de dins i com reflecteixen els nombrosos articles apareguts a la premsa de tot el país com a exemple a seguir.

Així es com les tripulacions dels remolcadors han aconseguit llaurar el seu propi futur per lo menys durant els pròxims dos anys que es la duració del actual conveni firmat.

Vist això pareix que el futur dels remolcadors esta assegurat i que seguirà tenint la mateixa importància que fins a les hores.

Nomes caldria intentar millorar algunes coses dins el sector cosa que no es fàcil ja que tot esta estudiat a la perfecció. A nivell personal podria dir donar la idea de que l' autoritat portuària dones noves concessions per explotar als remolcadors en cas de que fos necessari augmentar la flota dins el port.

Ara les tripulacions fan guàrdies de 24h seguides lo que comporta molts hores de treball continuades a vegades descansant molt poc. Això provoca fatiga i

estrès en les persones i sobretot en el patró. Quan s'han treballat tantes hores seguides les reaccions davant estímuls no son igual de ràpides que descansat, per això una proposta seria reduir les hores de guàrdies. Es una mesura que ja s'ha provat en els boters de pràctics que realitzaven les mateixes hores de guàrdia i ara en fan 12h, en el temps que porta en vigor aquest canvi s'han obtingut resultats favorables i no seria estrany que dins poc temps tinguem aquest temps de guàrdies en les tripulacions de remolcadors a pesar que des de dins s'hi oposin.

Les altres millores que es podrien proposar ja son de aspecte tècnic i son les ja vistes en el apartat anterior de futur dels remolcadors.

Dit això només hem falta fer una valoració personal de la feina realitzada al llarg de tot el projecte. Vaig escollir aquest tema impulsat per haver fet les practiques de embarcament al remolcador Salvador Dalí on gracies a tots els companys i a la feina desenvolupada el meu interès per aquest tipus de vaixell cresqués dia rere dia.

El tema ha fet que les hores dedicades hagin set amenes i m' han permès aprendre coses curioses i noves que fins ara desconeixia.

Les dades recollides son bàsicament extretes de textos històrics i bases de dades facilitades per la empresa SAR i Rebarsa que s'han mostrat dialogants i m' han posat les coses més fàcils. També un bon coneixement de la biblioteca de la facultat de Nàutica m' ha permès recopilar articles i llibres amb informació important per el meu treball.

També esperar que aquest treball serveixi a altre gen a realitzar estudis similars o que almenys pugui extraure algunes idees o simplement que s'interessi per el tema ja seria una bona recompensa personal.

## 10.-Bibliografia

### Llibres:

- Livingstone. G.H. i Livingstone G.H. *Tug Use Ofshore in Bay and Rivers: The Towmaster's Manual*. Londres: The Nautical Institute, 2006.
- Baselga. R.M. *El remolque en la mar o remolque transporte*. Sevilla: 1981
- Pulido. B.JL. *Los contratos de remolque marítimo*. Barcelona: José María Bosch, 1996
- Perez. G.JF. *Regimen juridico del Servicio portuario de remolque-maniobra*. Espanya: Ibarra de Arce, 2002
- Gaston. M.J. *The tug book*. 2ªed. Somerset: Haynes, 2009
- Centelles. L.N. i Gonzalez. B.R. *Remolque de altura: Características y análisis pormenorizado de un remolque de altura*. Facultat de Nautica de Barcelona. UPC. 2001
- Mostazo. P.M. i Marí. S.R. *Equipamiento del sistema operativo de un remolcador de Puerto*. Facultat de Nautica de Barcelona. UPC. 2002
- Giordano. M. i Martín. M.J. *Evolución del remolcador de Puerto y altura*. Facultat de Nautica de Barcelona. UPC. 2004

### Pagines web:

- [www.ingenierosnavales.com](http://www.ingenierosnavales.com)
- [www.khalela.com/proyectos.php](http://www.khalela.com/proyectos.php)
- [www.librospdf.net/carterpilar/1/](http://www.librospdf.net/carterpilar/1/)
- [www.navymar.com/Remolca.htm](http://www.navymar.com/Remolca.htm)
- [www.rebarsa.com](http://www.rebarsa.com)
- [www.reyser.com](http://www.reyser.com)



- [www.schottel.de/esp/.php](http://www.schottel.de/esp/.php)
- [www.upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/2530/1/Seguridad%20en%20remolcadores.pdf](http://www.upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/2530/1/Seguridad%20en%20remolcadores.pdf)
- [www.voithmarinoremolcadores.blogspot.com/](http://www.voithmarinoremolcadores.blogspot.com/)